

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-264787

(43)公開日 平成6年(1994)9月20日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 D 41/04	3 0 5 Z	8011-3G		
F 0 1 N 3/20	Z A B C			
3/28	3 0 1 C			
F 0 2 D 41/14	3 1 0 B	8011-3G		

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平5-51745

(22)出願日 平成5年(1993)3月12日

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 勇川 文雄

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

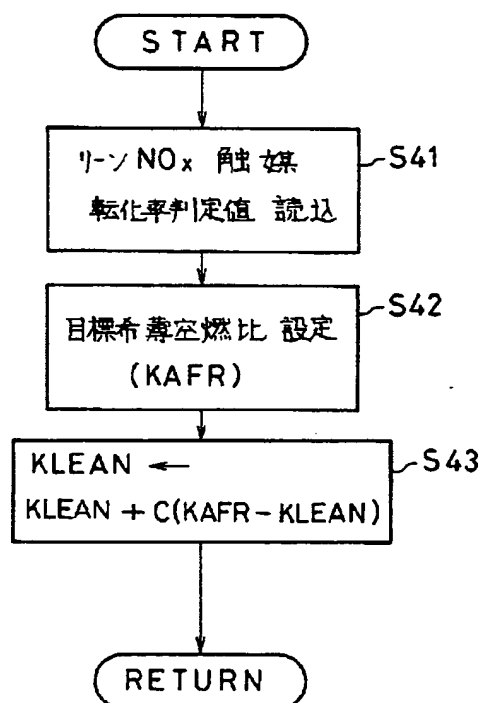
(74)代理人 弁理士 笹島 富二雄

(54)【発明の名称】 内燃機関の空燃比制御装置

(57)【要約】

【目的】リーンNO_x触媒の劣化時においても排気性状を良好に保ち、かつ、燃費性能を向上させる。

【構成】希薄空燃比で燃焼させたときに発生するNO_xをリーンNO_x触媒で浄化する機関において、前記リーンNO_x触媒の劣化を判定する(S41)。そして、初期状態においては燃費が最良となる空燃比に設定されていた目標希薄空燃比を、リーンNO_x触媒の劣化進行に応じて徐々に希薄化させる(S42)。



【特許請求の範囲】

【請求項1】機関吸入混合気の空燃比を機関運転条件に応じて理論空燃比と該理論空燃比よりも希薄な空燃比とに切り換え制御するリーンバーン制御手段と、

機関排気系に介装され酸化雰囲気中HC存在下でNO_xを還元するリーンNO_x触媒の劣化状態を判定する劣化状態判定手段と、

該劣化状態判定手段による判定結果に基づいて前記リーンバーン制御手段における目標希薄空燃比を設定する目標希薄空燃比設定手段と、

を含んで構成されたことを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は内燃機関の空燃比制御装置に関し、詳しくは、理論空燃比よりも希薄な空燃比で燃焼させる一方、排気系に酸化雰囲気中HC存在下でNO_xを還元するリーンNO_x触媒を備えた機関において、最良の燃費性能を発揮させつつ、前記リーンNO_x触媒が劣化してもNO_x排出量を低く維持し得る空燃比制御技術に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、理論空燃比よりも大幅に希薄な空燃比域（例えば20～22程度の空燃比）で燃焼させるリーンバーン内燃機関が開発されており、かかるリーンバーン内燃機関では、希薄空燃比域でNO_xを浄化させるためにリーンNO_x触媒が使用されている。

【0003】前記リーンNO_x触媒は、遷移金属を担持せしめたゼオライトからなり、酸化雰囲気中、HC存在下でNO_xを還元する触媒である（特開平3-229914号公報等参照）。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記ようなリーンバーン機関では、目標の希薄空燃比を最も燃費の良い空燃比に設定することが望まれるが、リーンNO_x触媒の劣化を想定すると、燃費をある程度犠牲して、燃費が最も良くなる空燃比よりもより希薄で燃費性能は低下するもののリーンNO_x触媒の転化性能が向上する空燃比を目標希薄空燃比とする必要が生じる。

【0005】即ち、機関から排出されるHC、NO_xは、空燃比変化に対して図8に示すように変化し、希薄化が進むほどHC/NO_x比が増大する。一方、前記リーンNO_x触媒におけるNO_xの浄化処理には、HCの存在が不可欠であり、排気中のHC/NO_x比が大きくなれば、NO_x転化性能が増大する（図7参照）。従って、リーンNO_x触媒における転化性能は、サージ発生限界内で空燃比の希薄を進めるほど増大することになる。

【0006】一方、燃費性能は希薄化を進めるほど向上するものではなく、図6に示すように、所定の最良空燃比

を過ぎて希薄化すると、燃費性能は低下してしまう。このため、リーンNO_x触媒が劣化しNO_x転化性能が低下する場合にも、許容レベルを越えるNO_xが排出されることがないように余裕を見込んだ設定とすると、最良燃費となる空燃比よりも更に希薄でHC/NO_x比がより高くなる希薄空燃比で燃焼させることが必要となっていたものである。

【0007】このように、従来のリーンバーン制御では、初期状態からリーンNO_x触媒の劣化を予め想定して、最良の燃費が得られる空燃比よりも希薄で燃費性能が低下する空燃比で燃焼させることが必要になり、リーンバーン燃焼による燃費向上効果を最大限に得られないという問題があった。本発明は上記問題点に鑑みなされたものであり、リーンNO_x触媒が劣化した場合であってもNO_x排出量を許容レベル以下に維持することができ、然も、最良の燃費性能が得られる空燃比制御装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】そのため本発明にかかる内燃機関の空燃比制御装置は、図1に示すように構成される。図1において、リーンバーン制御手段は、機関吸入混合気の空燃比を機関運転条件に応じて理論空燃比と該理論空燃比よりも希薄な空燃比とに切り換え制御する。

【0009】また、劣化状態判定手段は、機関排気系に介装され酸化雰囲気中HC存在下でNO_xを還元するリーンNO_x触媒の劣化状態を判定する。そして、目標希薄空燃比設定手段は、劣化状態判定手段による判定結果に基づいて前記リーンバーン制御手段における目標希薄空燃比を設定する。

【0010】

【作用】かかる構成の空燃比制御装置によると、リーンNO_x触媒の劣化状態に応じて目標希薄空燃比が設定されるから、劣化の進行によって転化性能が低下したときには、相対的に転化性能を向上し得るより希薄側の空燃比で燃焼させることができ、触媒劣化による転化性能を低下を、空燃比をより希薄化することで補うことが可能となる。

【0011】従って、予めリーンNO_x触媒の劣化状態を想定した希薄空燃比で燃焼させる必要はなく、初期状態では最良燃費となる希薄空燃比で燃焼させる設定としておき、劣化進行に応じて徐々に目標空燃比を最良燃費空燃比から希薄化させることができ、排気性状を良好に維持させつつ、高い燃費性能が得られる。

【0012】

【実施例】以下に本発明の実施例を説明する。一実施例のシステム構成を示す図2において、内燃機関1には、吸気ダクト2、スロットル弁3、吸気マニホールド4を介して空気が吸引される。前記吸気マニホールド4の各ブランチ部には、各気筒別に電磁式の燃料噴射弁5が設

けられている。該燃料噴射弁5は、後述するコントロールユニット10から出力される噴射パルス信号に応じて間欠的に開駆動され、図示しない燃料タンクから圧送されて所定圧力に調整された燃料を吸気マニホールド4内に噴射供給する。

【0013】機関1からの排気は、排気マニホールド6、排気ダクト7、リーンNO_x触媒8、三元触媒9を介して大気中に排出される。前記リーンNO_x触媒8は、特開平1-130735号公報等に開示される希薄空燃比域でNO_xを浄化できる触媒であり、遷移貴金属を担持せしめたゼオライトからなり、酸化雰囲気中、HC存在下でNO_xを還元する触媒である。

【0014】一方、三元触媒9は、活性アルミナ等の担体表面に白金Pt、ロジウムRh等からなる層を設けたものであり、理論空燃比の混合気を燃焼させたときにCO、HC、NO_xを同時に高い転化率で浄化し、希薄空燃比域ではNO_xの転化率が低下する触媒である。前記コントロールユニット10は、各種のセンサからの検出信号を入力し、前記燃料噴射弁5に出力する噴射パルス信号のパルス幅（燃料噴射量）を演算するが、本実施例では、機関吸入混合気の空燃比を理論空燃比と該理論空燃比よりも大幅に希薄な希薄空燃比とに切り換え制御する機能を備えている。

【0015】前記各種のセンサとして、前記吸気ダクト2に機関1の吸入空気流量Q_aを計測するエアフローメータ11が設けられている。前記スロットル弁3には、該スロットル弁3の開度TVOを検出するポテンシオメータ式のスロットルセンサ12が付設されている。また、ウォータージャケット内の冷却水温度T_wを検出する水温センサ13、及び、クランク軸やカム軸からクランク角検出信号を取り出すクランク角センサ14が設けられている。

【0016】また、前記排気マニホールド6の集合部（リーンNO_x触媒上流側）、及び、リーンNO_x触媒8と三元触媒9との間には、機関吸入混合気の空燃比と密接な関係にある排気中の酸素濃度を検出する酸素センサ15、16がそれぞれ設けられており、これら酸素センサ15、16からは排気中の酸素濃度に応じた信号が出力される。

【0017】ここで、前記コントロールユニット10による燃料噴射制御の様子を、図3～図5のフローチャートに従って説明する。尚、本実施例において、リーンバーン制御手段、目標希薄空燃比設定手段、劣化状態判定手段としての機能は、前記図3～図5のフローチャートに示すようにコントロールユニット10がソフトウェア的に備えている。

【0018】図3のフローチャートに示すルーチンは燃料噴射制御のメインルーチンであり、まず、S1では、エアフローメータ11で検出された吸入空気流量Q_a、クランク角センサ14から出力されるクランク角検出信号に

基づいて算出される機関回転速度Nなどの情報を読み込む。次のS2では、前記吸入空気流量Q_aと機関回転速度Nとに基づいて基本噴射パルス幅（基本燃料噴射量）T_p（←Kconst × Q_a / N : Kconst は定数）を演算する。尚、前記基本噴射パルス幅T_pは、理論空燃比相当値として演算されるように前記定数Kconstを設定してある。

【0019】S3では、機関温度を代表する冷却水温度T_w等に基づいて各種補正係数COEFを設定し、また、バッテリー電圧に基づいて燃料噴射弁5の開弁遅れを補正するための電圧補正分T_sを設定する。S4では、機関負荷を代表する前記基本噴射パルス幅T_pと機関回転速度Nとに基づいて、現状の運転条件が予め設定されている希薄空燃比制御領域に含まれるか否かを判別する。

【0020】そして、希薄空燃比制御領域ではないと判別されたときには、S5へ進み、目標希薄空燃比に見合った噴射パルス幅を設定させるための希薄空燃比補正係数KLEANに1をセットして、理論空燃比の混合気が形成される噴射パルス幅の演算が行われるようにする。また、理論空燃比を目標空燃比とするときには、S6へ進み、酸素センサ15で検出される実際の空燃比を目標空燃比である理論空燃比に近づけるように、基本噴射パルス幅T_pを補正するための空燃比フィードバック補正係数αを演算する。

【0021】一方、S4で希薄空燃比制御領域に含まれると判別されたときには、S7へ進み、前記希薄空燃比補正係数KLEAN、換言すれば、希薄空燃比制御における目標空燃比を、リーンNO_x触媒8の転化率η_{NO_x}に応じて設定する。次のS8では、前記空燃比フィードバック補正係数αに1をセットする。S9では、前記基本噴射パルス幅T_p、各種補正係数COEF、空燃比フィードバック補正係数α、希薄空燃比補正係数KLEAN、電圧補正分T_sによって最終的な噴射パルス幅（燃料噴射量）T_i（←T_p × COEF × α × KLEAN + T_s）を演算する。

【0022】そして、S10では、所定の噴射タイミングにおいて、前記噴射パルス幅T_iの噴射パルス信号を燃料噴射弁5に出力して、機関要求量の燃料を噴射供給させる。図4のフローチャートは、前記図3のフローチャートのS6における空燃比フィードバック補正係数αの演算の様子を示す。

【0023】S21では、空燃比フィードバック制御を行う条件が成立しているか否かを判別する。具体的には、例えば、機関負荷を代表する基本噴射パルス幅T_pと機関回転速度Nとに応じて予め設定されている空燃比フィードバック制御領域に該当し、かつ、冷却水温度T_wが所定温度以上であることなどをフィードバック制御条件とする。

【0024】前記S21で空燃比フィードバック制御条件

が成立していないと判別されたときには、S22へ進み、空燃比フィードバック補正係数 α に初期値である1.0をセットする。一方、S21で空燃比フィードバック制御条件が成立していると判別されたときには、S23へ進み、酸素センサ15で検出される排気中の酸素濃度に基づいて実際の空燃比が目標空燃比（理論空燃比）に対してリッチであるか否かを判別する。

【0025】空燃比が目標よりもリッチであると判別された場合には、S24へ進み、リッチ・リーン判別フラグRLに「R」がセットされているか否かを判別する。前記フラグRLには、後述するようにリーン判別時に

「L」がセットされるようになってから、S24で前記フラグRLに「R」ではなく「L」がセットされていると判別されたときには、リーン状態からリッチ状態に反転した初回であると判定することができる。

【0026】S24で、前記フラグRLに「R」がセットされてなく、リーンからリッチへの判定初回であると判別されたときには、S25へ進み、前記フラグRLにリッチ判定状態を示す「R」をセットする。次のS26では、空燃比フィードバック補正係数 α をリッチ判定初回に減少方向に比例制御するための比例分PRを、機関運転条件に基づいて設定する。

【0027】そして、S27では、前回までの空燃比フィードバック補正係数 α から前記比例分PRだけ減算した結果を、新たな補正係数 α として設定する。次回も、S23でリッチ判定がなされると、S24ではフラグRLに「R」がセットされていると判別されることになるから、今度はS24からS28へ進み、空燃比フィードバック補正係数 α をリッチ判定時に減少方向に積分制御するための積分分IRを、機関運転条件に基づいて設定する。

【0028】そして、次のS29では、前回までの空燃比フィードバック補正係数 α から前記積分分IRだけ減算した結果を、新たな補正係数 α として設定する。このS29における補正係数 α の積分制御が繰り返されて空燃比が目標よりもリーン側に反転すると、今度は、S23からS30へ進む。S30では、前記フラグRLに「R」がセットされているか否かを判別することで、リッチからリーンへの反転初回を判別する。

【0029】ここでは、フラグRLに「R」がセットされていると判別されたときに、リーン空燃比への反転初回であり、このときには、S31へ進み、前記フラグRLに「L」をセットする。次のS32では、空燃比フィードバック補正係数 α をリーン判定初回に増大方向に比例制御するための比例分PLを、機関運転条件に基づいて設定する。

【0030】そして、S33では、前回までの空燃比フィードバック補正係数 α に前記比例分PLを加算した結果を、新たな補正係数 α として設定する。一方、S30でフラグRLに「R」ではなく「L」がセットされている判別された場合には、S34へ進み、空燃比フィードバック

補正係数 α をリーン判定時に増大方向に積分制御するための積分分ILを、機関運転条件に基づいて設定する。

【0031】そして、S35では、前回までの空燃比フィードバック補正係数 α に前記積分分ILを加算した結果を、新たな補正係数 α として設定する。このように、空燃比フィードバック補正係数 α は、酸素センサ15で検出される実際の空燃比が目標空燃比に近づく方向に比例積分制御される。ここで、特開昭62-147034号公報に開示されるように、リーンNO_x触媒8の下流側に設けられた酸素センサ16による検出結果に基づいて、前記比例積分制御における比例分・積分分を補正するように構成することで、目標空燃比を理論空燃比とするときの空燃比フィードバック制御精度を向上できる。

【0032】次に、前記図3のフローチャートのS7における希薄空燃比補正係数KLEANの演算の様子を、図5のフローチャートに従って詳細に説明する。図5のフローチャートにおいて、まず、S41では、前記リーンNO_x触媒8の転化率 η_{NOx} （劣化状態）の判定を行う。前記転化率 η_{NOx} の判定は、例えば前記空燃比フィードバック制御中における前記酸素センサ15、16の検出結果を用いて行うことができる。

【0033】即ち、リーンNO_x触媒8が転化率 η_{NOx} の高い初期状態であるときには、リーンNO_x触媒8の上流側における空燃比の変化が触媒8のストレージ効果によって減衰され、空燃比フィードバック制御に伴って上流側の空燃比が高い周波数で目標空燃比に対して反転するとき、下流側の空燃比は比較的低い周波数で反転することになる。そして、リーンNO_x触媒8が劣化すると前記ストレージ効果が弱まるために、前記下流側における空燃比の反転周波数が上流側における反転周波数に近づくようになる。

【0034】従って、空燃比フィードバック制御中の所定期間内で、酸素センサ15で検出される空燃比の反転回数と、酸素センサ16で検出される空燃比の反転回数とをそれぞれに計数し、これらの比を求めることで、リーンNO_x触媒8の劣化状態（転化率 η_{NOx} の低下）を判定できる（図9参照）。尚、前述のようにリーンNO_x触媒8の劣化状態の判定を、空燃比の反転周波数に基づいて行わせるときには、希薄空燃比制御領域内の排気量の少ない運転条件で一時的に理論空燃比にフィードバック制御させ、このときの空燃比反転回数をサンプリングさせるようにしても良い。

【0035】また、触媒の劣化は、処理した排気の総量が増大するに連れて進行するものと推定されるので、排気量を検出する代わりに、コントロールユニット10において前記エアフローメータ11で検出された吸入空気流量Qaを初期状態から積算し、該積算値に応じて転化率 η_{NOx} の低下（経時劣化）を推定させるようにしても良い。

【0036】また、吸入空気流量Qaを積算する代わり

に、機関1が搭載される車両の走行距離によってリーノ_x触媒の経時劣化を推定させることもできる。更に、リーノ_x触媒8の入口排気温度と出口排気温度とを検出し、これらの温度差に基づいてリーノ_x触媒8における浄化作用が正常に行われているか否かを判定させることもできる。

【0037】上記のようにしてリーノ_x触媒8の劣化状態が判定されると、次のS42では、前記判定結果に基づいて目標の希薄空燃比（目標希薄空燃比相当の係数KAFR）を設定する。本実施例では、前記リーノ_x触媒8の初期状態（転化率 η_{NOx} の高い状態）では、目標希薄空燃比として最も燃費の良い空燃比を設定する（図6参照）。しかしながら、リーノ_x触媒8が劣化して初期の転化率 η_{NOx} を発揮できなくなった場合には、前記最良燃費となる空燃比で燃焼させたときに発生するNO_xを良好に浄化できなくなる恐れがある。

【0038】一方、リーノ_x触媒8における転化率 η_{NOx} は、図7に示すように、NO_x量に対するHC量が多いときほど高くなり、NO_x量に対するHC量を増大させるには、図8に示すように、空燃比をより希薄化させれば良い。従って、劣化によってリーノ_x触媒8の転化率 η_{NOx} が低下したときには、目標希薄空燃比をより希薄化させることで、相対的に転化率 η_{NOx} を高め、排気性状が悪化することを回避できる。

【0039】そこで、S42では、判定された転化率 η_{NOx} が所定以上のときには、図10に示すように、最良燃費となる空燃比を目標空燃比として設定するが、劣化に伴って転化率 η_{NOx} が低下すると、これに対応して目標空燃比を前記最良燃費空燃比から徐々に希薄化させて行く。ここで、所定空燃比以上に希薄化させた場合には、許容レベルを越えるサージトルクの発生が予測されるので、転化率 η_{NOx} が所定以下に低下し、これに対応して設定されるべき目標空燃比空燃比が所定以上になる場合には、希薄空燃比での燃焼を停止させ、希薄空燃比制御領域内であっても理論空燃比に制御させるようにする（図10参照）。

【0040】即ち、リーノ_x触媒8の劣化が進み、サージを発生させてしまうような希薄空燃比に制御させる必要が生じたときには、NO_xの排出量を抑制しつつ希薄燃焼を行わせることはできないものと判断し、希薄空燃比制御領域内で理論空燃比で燃焼させる。一般的には、リーノ_x触媒8よりも三元触媒9の方が耐久性が良いと推定されているので、リーノ_x触媒8が大きく劣化した場合であっても、三元触媒9においては所定以上の転化率を期待でき、理論空燃比に制御することで、排気性状を良好に保つことができる。

【0041】尚、前述のように所定希薄空燃比をサージ限界と見做して、理論空燃比制御への移行を行わせるようにしても良いが、実際にサージトルクを燃焼圧や回転変動に基づいて検出し、検出されたサージトルクが許容

レベルを越えたときには、希薄空燃比制御領域内における目標空燃比を理論空燃比に切り換える構成としても良い。

【0042】上記のようにして、リーノ_x触媒8の劣化状態（転化率 η_{NOx} ）に応じて目標希薄空燃比（係数KAFR）が設定されると、次のS43では、以下の式に従って前記希薄空燃比補正係数KLEANを更新設定する。

$$KLEAN \leftarrow KLEAN + C (KAFR - KLEAN)$$
上式においてCは定数であり、前回までの補正係数KLEANと、劣化判定に応じた新たに設定される係数KAFRとの偏差の所定割合を前回値に加算することで、大幅な劣化進行が判定されても、目標希薄空燃比としては徐々に変化するようにして、劣化進行判定のばらつきによる設定空燃比の変動を回避できるようにしてある。

【0043】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によると、リーノ_x触媒の劣化を想定して、目標希薄空燃比を予め最良燃費となる空燃比よりも希薄側に設定する必要がなく、リーノ_x触媒の初期状態では、最良燃費となる空燃比で希薄燃焼させて燃費性能を改善でき、また、触媒の劣化に応じて目標希薄空燃比を希薄化させることで、劣化発生時にも排気性状を良好に保つことができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の基本構成を示すブロック図。

【図2】実施例のシステム構成を示す概略図。

【図3】同上実施例における噴射量制御を示すフローチャート。

【図4】同上実施例におけるフィードバック制御を示すフローチャート。

【図5】同上実施例における希薄空燃比の設定を示すフローチャート。

【図6】空燃比と燃費との関係を示す線図。

【図7】HC/NO_x比と転化率との関係を示す線図。

【図8】空燃比に対するNO_x、HC排出量の変化を示す線図。

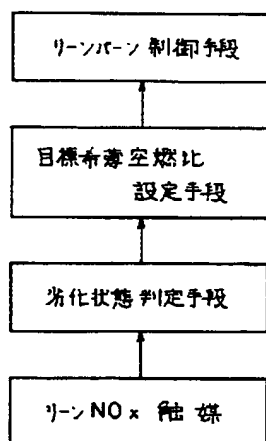
【図9】空燃比反転回数と転化率との関係を示す線図。

【図10】同上実施例における目標希薄空燃比の特性を示す線図。

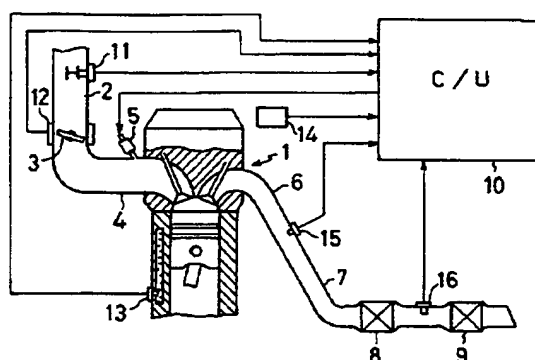
【符号の説明】

- 1 内燃機関
- 4 吸気マニホールド
- 5 燃料噴射弁
- 6 排気マニホールド
- 8 リーノ_x触媒
- 9 三元触媒
- 10 コントロールユニット
- 11 エアフローメータ
- 14 クランク角センサ

【図1】

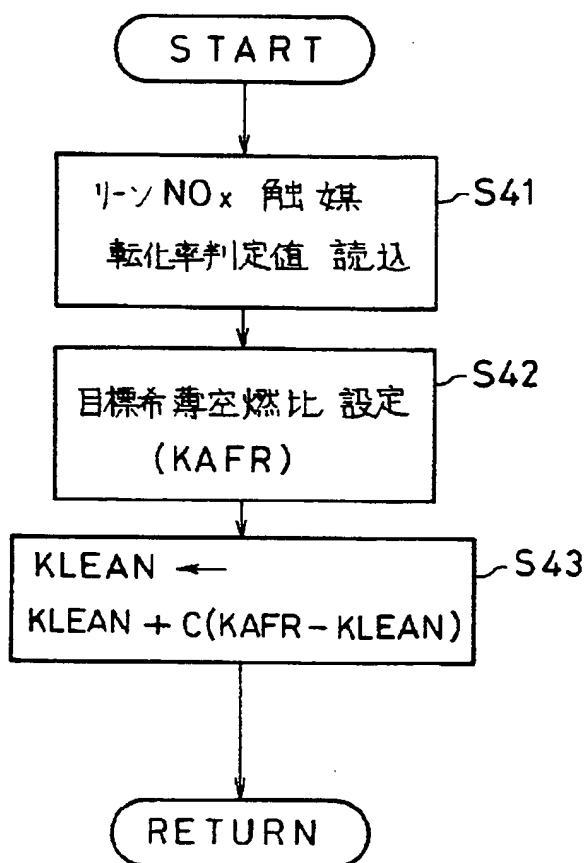
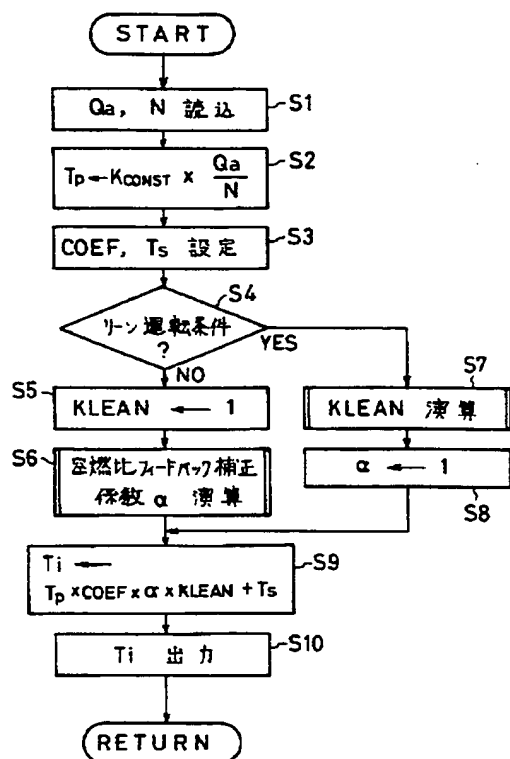


【図2】

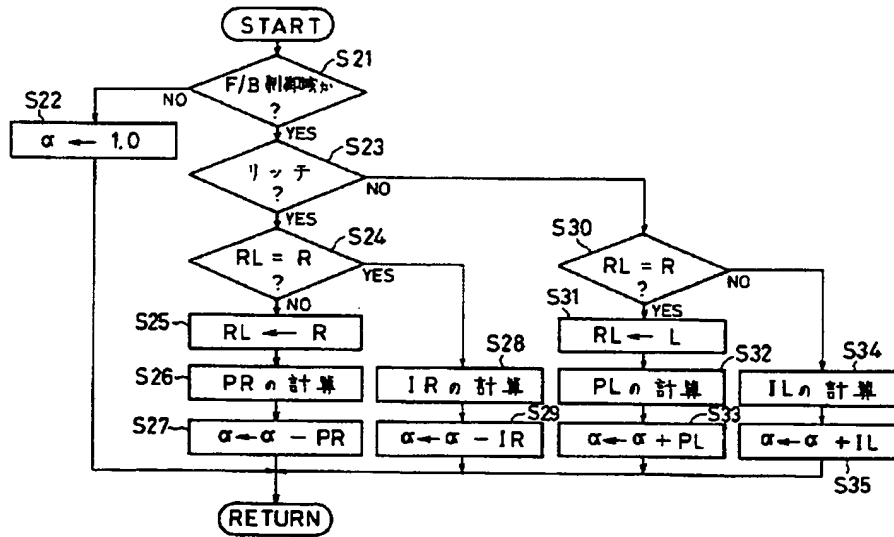


【図5】

【図3】

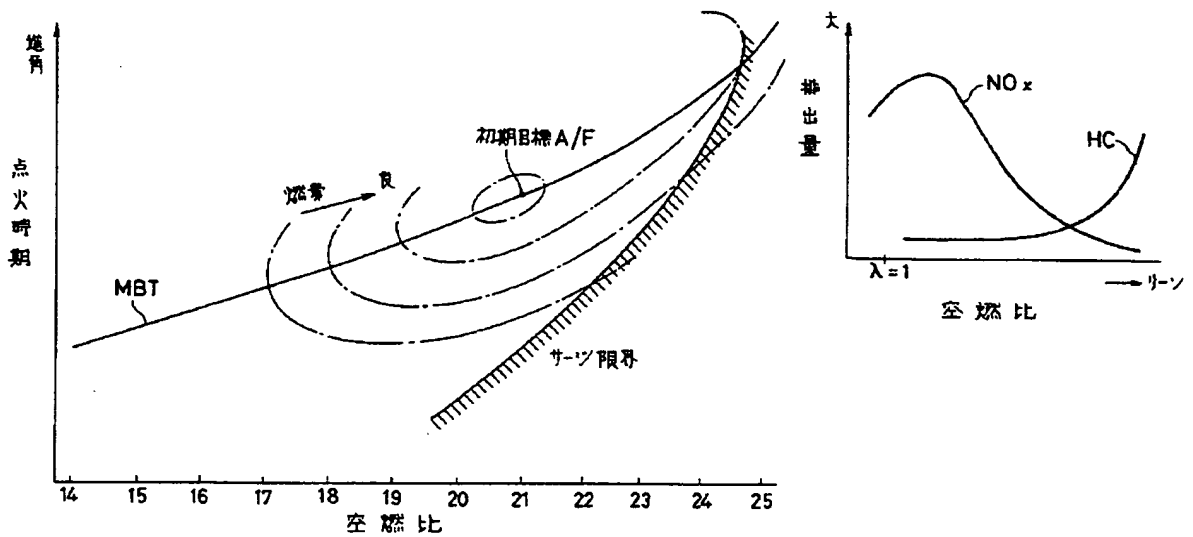


【図4】

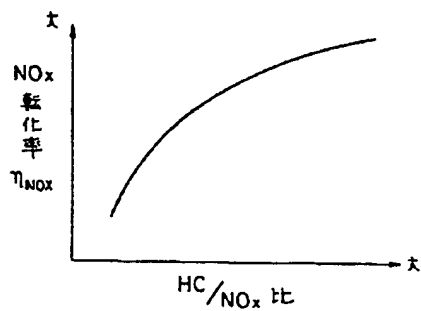


【図6】

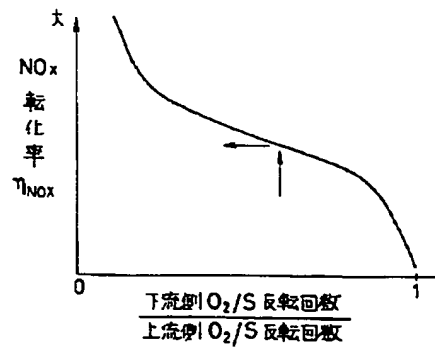
【図8】



【図7】



【図9】



【図10】

